

Radio-Expres

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK
REDACTIE: J. CORVER EN Ir. J. L. LEISTRA e. i.

Redactie en Administratie: Hoylelesingel 15, Hillegersberg
 Telefoon No. 47330 - Postgirorekening No. 385246

Dit blad verschijnt op den 1en en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementsprijs f 7.80 per jaar, of f 3.78 per halfjaar, voor het binnenland en f 8.60 per jaar voor het buitenland. Abonnementen kunnen ingaan per 1 Januari en per 1 Juli. Het auteursrecht voor den volledige inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 September 1912, Staatsblad No. 308.

De ionisatie der ionosfeer

Fluitende meteoren

Algemeen wordt thans aangenomen, dat de bestraling door het zonlicht, die de aarde met de haar omgevende atmosfeer des daags ondergaat, de oorzaak is van de vorming van geïoniseerde, geleidende lagen, die tezamen de ionosfeer worden genoemd en die door hun voor radiogolven terugkaatsend vermogen het wereldverkeer per radio over lange afstanden mogelijk maken.

Hoe die ionisatie zich gedurende de nachturen handhaafde en de reflectie voor lange en middengolven des nachts zelfs het sterkst kon zijn, is vroeger nooit goed te verklaren geweest. Wij verwijzen in dit verband naar een artikel in R.-E. 1942 no. 14, pag. 158.

Thans kan wel als vaststaand worden gezegd, dat ionisatie van luchtlagen door in de atmosfeer binnendringend meteoroorstof door een groote rol bij speelt. Dat meteoren (populair: „vallende sterren”) bij hun intreden in de lucht ionisatie veroorzaken, is wel gebleken door vele experimenten, waarbij met radar reflecties werden geconstateerd uit de directe omgeving van zichtbare meteoren (R.-E. 1946 no. 22, pag. 258). Waarnemingen daaromtrent zijn in de laatste jaren herhaaldelijk gedaan. *Zichtbare* meteoren komen intusschen niet geregeld genoeg en in niet voldoende aantal voor, om daaraan zeer grooten invloed toe te schrijven. Het vermoeden, dat er steeds een veel grooter aantal moet zijn, dat te klein is om een zichtbaar lichtspoor te veroorzaken, vindt echter steun in tal van astronomische overwegingen. Afgezien van de zeer zeldzame reuzen onder de meteoren, die als brokken cosmisch ijzer in den aardbodem inslaan, rekent men dat de meeste, die lichtverschijnselen geven, niet veel grooter zijn dan een speldekop, maar dat elke 24 uur wel 1000 miljoen heel kleine, van zandkorrel-afmetingen, voortdurend in de atmosfeer worden gevangen.

Interessant is het nu ongetwijfeld, dat de radio in staat is gebleken, wat meer directe zekerheid te verkrijgen omtrent de veelvuldigheid van dat binnendringende cosmische stof.

Twee technici van de Britsch-Indische radio, de heeren Chamanlal en Venkentaraman, hebben hieromtrent belangrijke waarnemingen gedaan. Bij de controle op kortegolfzenders, met een ontvanger op ongeveer 15 km van de zendercentrale, namen zij herhaaldelijk geheimzinnige fluittoontjes waar, met een toonhoogte, die bij 2 à 3000 Hz begon en snel lager werd om weg te sterven voordat frequentie nul was bereikt; maar enkele malen, bij een duur van 1½ à 2 seconden, kon men den toon door nul hooren gaan en daarna weer hooger worden, een echte interferentietoon dus, zooals die ontstaat tusschen het zendersignaal en een reflectie tegen een bewegend reflectie-vlak.

Berekend werd, dat de snelheid, waarmee een reflectievlak moest bewegen om zulke tonen te produceeren, tusschen 50 en 80 km per seconde lag. Dit zijn snelheden, zooals men die alleen van meteoren in den dampkring kon verwachten. Spoedig slaagde men er trouwens in om ook bij zichtbare meteoren het verschijnsel waar te nemen. Doorgaans echter hoort men wel de *meteorfluitjes*, zonder dat de veroorzakers zichtbaar worden en in sommige jaargetijden zoo veel, dat men geen tijd heeft om ze te tellen.

Als gunstigste waarnemingstijd werd 2 tot 6 uur 's nachts gevonden. Dat is een punt, waarop wij nog terugkomen.

Anhteraf beschouwd is het geen wonder, dat dit op zichzelf zeer opvallende verschijnsel toch niet eerder door anderen is waargenomen, want het is wel heel toevallig, dat alle voorwaarden ervoor hier bijzonder gunstig waren.

In de eerste plaats is een sterke zender van

minstens 10, liever 50 kW nodig om voldoende krachtige reflecties van kleine ionisatiewolken op honderden km hoogte in de atmosfeer te doen ontslaan. En dan op frequenties van 5 tot 15 MHz, zoodat men zich op, 10 à 20 km afstand daarvan, in de „doode zone” van het spronggebied bevindt, waar de directe straling van den zender slechts heel zwak wordt ontvangen. De veldsterkte van de echo's ligt toch bij 1 mV of minder en bij groote sterkte van het directe signaal zou de automatische sterkteregeling den ontvanger te ongevoelig maken om de echo merkbaar te doen zijn. Een ontvanger van groote gevoeligheid is nodig, liefst met twee hoofdfrequentie-trappen vóór de mengbuis, ofschoon de sterkste echo's later nog op een gewoon omroepstelsel te ontdekken waren. En dan moet bovendien, zooals wij zullen zien, de ligging der waarnemingsplaats dicht bij den evenaar als bijzonder gunstig worden beschouwd. Al deze voorwaarden waren in Britsch Indië juist vervuld.

Wij komen nu eerst terug op de voorkeur voor de nachturen. Overdag is het waarnemen derzelfde fluitjes bepaald zeldzaam gebleken. Als men de beweging van de om haar as wentelende aarde in haar baan om de zon met in achtneming der juiste richtingen dezer bewegingen in tekening brengt, wordt het duidelijk, dat een plaats, waarvoor de zon juist opkomt, zich precies aan de frontzijde der aarde bij haar beweging in haar baan door de wereldruimte bevindt, waarin zij met een snelheid van gemiddeld 29,8 km per seconde voortsuist. Hier zal de snelheid, waarmee cosmische stofdeeltjes de atmosfeer binnendringen, het grootst zijn. Het maximum bij de waarnemingen lag echter wat vroeger, n.l. tusschen 4 en 4.30 's nachts. Daarin spelen bijkomstige omstandigheden een rol, zooals de omstandigheid, dat gedurende de nachturen de aantrekkingskracht van zon en aarde samenwerkt om aan cosmisch stof buiten de aardbaan een verhoogde snelheid in de richting der aarde te verleen, terwijl misschien ook de aswenteling der aarde een rol speelt, ofschoon die hoogstens nog geen halven km snelheid per seconde aan de snelheid van den waarnemer door de ruimte kan toevoegen met het maximum aan den evenaar te middernacht.

Overigens is het voordeel eener waarnemingsplaats dicht bij den evenaar vooral daarin gelegen, dat deze „buik” der aarde het meest zal opvangen.

De snelheden, waarmee de stofdeeltjes zich bij het binnendringen in de atmosfeer bewegen ten opzichte van den waarnemer, zijn overigens samengesteld uit twee snelheden: die der aarde en die van de meteoren zelf, die in de lucht, door haar remmende werking, tot stilstand kunnen komen. Daarom zullen lang niet alle meteoren even hooge interferentietonen geven en zij zullen alleen als zij na een nadering zich later weer van den waarnemer verwijderen, een door nul passeerenden en daarna weer stijgende fluit laten hooren.

De heer G. R. M. Garratt, die hierover schrijft

in de „Wireless World”, is persoonlijk in de gelegenheid geweest, te New Delhi het verschijnsel bij een demonstratie te hooren. De onderzoekingen worden voortgezet. C.

Nieuwste ontwikkeling van de televisie in Amerika

Onder leiding van dr. Peter C. Goldmark heeft het Columbia Broadcasting System te New York zich bezig gehouden met de ontwikkeling van de televisie in natuurlijke kleuren. Volgens de laatste gegevens wordt gewerkt op een golftegenstand van 60 cm. Er worden 20 beelden per seconde gegeven en elk beeld bestaat uit 1575 lijnen. Tot dusver kon men alleen kleurenfilms op die manier overbrengen, maar kort geleden heeft het C.B.S. een nieuwe camera ontwikkeld, waarmee het mogelijk is, directe opnamen te maken. Dit is dus alweer een heele stap vooruit.

De eerste proeven hadden plaats in een heel verlichte studio; de uitzendingen werden gedaan van het Chryslergebouw te New York. Deze eerste proeven hebben, naar het heet, geheel aan de verwachtingen voldaan en daarmee is tevens uitgemaakt, dat de kleurentelevisie boven de zwartwitbeelden uitsteekt.

De nieuwe camera, die een orthicon-buis bevat, is uitsluitend bedoeld voor interieurwerk. Het apparaat is betrouwbaar en niet groot van omvang. Het is, naar het heet, zelfs geschikt om als massaproduct aangemaakt te worden. De natuurgetrouwheid van de kleuren moet heel goed zijn en door de directe opname elimineert men de fouten, die door het tusschenprocédé van de kleurenfilm worden gemaakt. Sommige sceptici waren bang voor het dooreenloopen van kleuren, maar daar behoeft men schijnbaar geen vrees voor te koesteren, zelfs niet bij sportscènes, waar de bewegingen toch zeer snel zijn.

C.B.S. heeft ook proeven genomen met een zeer lichtsterke orthicon-buis, waarbij slechts een fractie van de hoeveelheid licht nodig is, die men voor de vroegere orthiconbuizen nodig had. Men vervaardigt thans opneemtoestellen voor kleurentelevisie, die voor opnamen in het Madison Square Garden Stadion te New York zullen dienen, teneinde sportgebeurtenissen in kleuren te kunnen uitzenden. Men rekent daarmee aan het eind van dit jaar te kunnen beginnen.

Een andere ontwikkeling op het gebied van de televisie is een nieuwe film van 16 mm, die zoo gevoelig is, dat men daarmee directe opnamen kan maken van een televisiescherm. Deze film is van de Dupont Pont Comp. en zij zal, naar het zich laat aanzien, dezelfde functie kunnen vervullen als de gramfoonplaat in de radio. Men zal op die manier programma's kunnen opnemen en later in andere plaatsen kunnen uitzenden, waar men niet op het televisienetwerk is aangesloten. Deze

EENVOUDIGE SCHAKELINGEN MET BIJZONDERE EIGENSCHAPPEN

Tusschen de radio van vóór en na 1940 bestaat een typeerend verschil.

Hoofdzakelijk vóór 1940 was de bestudeering der verschijnselen van wisselspanningen en wisselstroom, die regelmatig (sinusoïdaal) verlopen. Wat daarvan afweek, was meestal te rangschikken onder het hoofd: vervorming, die men liefst moest vermijden. Ongetwijfeld vroegen ook relaxatietrillingen (zaagtand- of kipstrillingen) nu en dan de aandacht, zooals voor kathodestraal-oscilloscopen en voor televisie. Maar zij waren extra'tjes.

In de na-oorlogsche techniek van radar, impuls-transmissie en wat daarmee samenhangt, is de rol der niet-sinusoïdale verschijnselen veel meer op den voorgrond gaan treden. Het willekeurig en vaak phantastisch vervormen der door een oscillator opgewekte, mooie sinustrillingen is een tak van bijzonder belang geworden.

Daarbij spelen schakelingen van heel eenvoudige onderdeelen, schakelingen, die ook van vroeger welbekend zijn, een min of meer nieuwe rol. En tengevolge daarvan zijn er nieuwe, geleerd klinkende benamingen aan gegeven, waarvan wij de betekenis moeten leeren vatten. In figuur 1a tot d vindt men daarvan de type-voorbeelden.

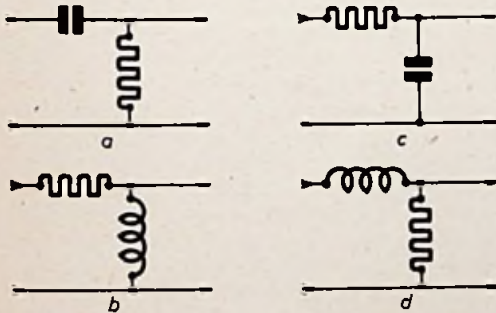


Fig. 1. De schakelingen a en b zijn differentiators; c en d zijn integrators

Differentiator en integrator zijn benamingen, die aan hogere wiskunde zijn ontleend¹⁾. Een toelichting van het verband kan ongetwijfeld voor velen van nut zijn. In eenvoudigen, begrijpelijken vorm wordt die gegeven door Robert W. Ehrlich

¹⁾ Van een praktische toepassing is al eens sprake geweest in R.-E. 1946 no. 13 in het artikel over de techniek der impuls-opwekking.

nieuwe film is, zooals gezegd, zeer snel en heeft een zeer fijne korrel. Men heeft de gevoeligheid weten te leggen in dat deel van het spectrum, dat door de televisieschermen wordt gebruikt.

Mrk.

in het jongste December no. van *Radio-Craft*.

Als „differentiaal” van een grootte, bijv. stroom of spanning, duidt men de *snelheid van de verandering* van zulk een grootte aan. Een alle-daagsch voorbeeld is de snelheidsmeter op een auto. Gewoonlijk is die zoo ingericht, dat hij den afgelegden weg aangeeft en de momenteele snelheid, welke laatste de snelheid van de *verandering* van den afstand is. De snelheidswijzer is dus de indicator van de differentiaal van den afstand.

Versnelling of vertraging (dat is negatieve versnelling) van een wagen is vaak voelbaar voor de inzittenden. Als men ook voor de grootte daarvan een meter had, zou die op zijn beurt de snelheid van verandering der snelheid aanwijzen, dus de differentiaal van de snelheid.

In fig. 2 is nu het verloop der drie grootheden afstand, snelheid en versnelling van een auto uitgezet voor een geidealiseerd geval gedurende een tijdsverloop, dat met cijfers 0 tot 3 is aangegeven. Van den tijd 0, waarop de stilstaande wagen begint te rijden, tot 1, hebben we een versnellingsperiode. De per seconde afgelegde *afstand* neemt toe, hetgeen blijkt uit het naar boven buigen en in helling toenemen van de afstandkarakteristiek; de *snelheid* denken we ons eenparig toenemend, elke seconde met hetzelfde bedrag, zoodat de snelheidslijn met gelijkblijvende helling verloopt; de *versnelling* (onderste lijn) is daardoor constant en positief.

Als op den tijd 1 de snelheid constant is geworden, neemt de afstand verder elke seconde met een gelijk bedrag toe en loopt de *afstand*lijn in de grafische voorstelling met gelijkblijvende helling als schuine, maar rechte lijn verder. De *snelheid* blijft op één constante hoogte. De *versnelling* is nul geworden.

Gaat de wagen ten slotte het eindpunt naderen, dan neemt de helling der *afstand*kromme af en bereikt de eindwaarde; de *snelheid* neemt weer eenparig af tot nul en de *versnelling* heeft daardoor van tijd 2 tot tijd 3 een constante negatieve waarde.

Twee punten verdienen hierbij bijzondere opmerkzaamheid. Ten eerste dat de versnelling, die de differentiaal is van de snelheid, negatief wordt terwijl de snelheid nog positief is. De differentiaal van een veranderende positieve grootte kan dus een constante negatieve waarde hebben.

Het andere belangrijke punt is, dat de differentiaal van een kromme steeds de waarde van de *helling* of steilheid dier kromme vertegenwoordigt. Zoo geeft hier de snelheidscurve de helling van de afstandscurve aan en de versnellingscurve brengt de maat van de helling der snelheidscurve in beeld.

Integratie is kortweg gezegd het omgekeerde van differentiatie. Als B de differentiaal is van A,

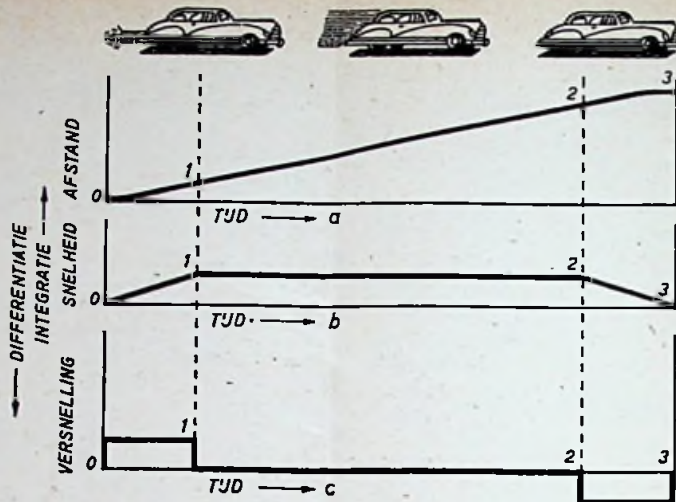


Fig. 2.

moet A de integraal van B zijn. In ons voorbeeld is snelheid de integraal van de versnelling en afstand de integraal van de snelheid.

Wij willen nagaan wat dit alles beteekent in verband met de schakelingen van fig. 1. Daartoe gaan wij eerst na, wat het voorafgaande ons zegt over het verband tusschen een aantal vormen van veranderlijke spanningen of stroomen.

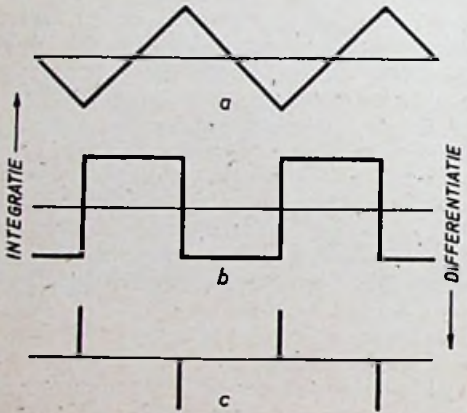


Fig. 3.

Zoo is in fig. 3 in a een curve weergegeven van een in driehoeksvorm verlopend verschijnsel, dat bij oscilloscopen kan voorkomen. Daaronder stelt b de vaak ter sprake komende rechthoekige „kromme” voor en c een serie scherpe impulsen.

Het zal nu niet moeilijk zijn om in te zien, dat b geacht kan worden, volgens een bepaalde schaal het verloop der steilheid van a weer te geven; waar de driehoekscurve toeneemt in positieven zin, vertoont de rechthoekscurve een constante positieve waarde en waar de driehoekscurve verandert in negatieve richting (naar beneden), heeft de rechthoekige curve een constante negatieve waarde.

Evenzoo geeft curve c een maat voor de snel-

heid (of steilheid), waarmede b veranderingen ondergaat. Dit zijn zeer plotselinge veranderingen met perioden ertusschen, dat b constant blijft; daardoor vertoont c enkel afwisselend positieve en negatieve impulsen.

Hier is weer b de differentiaal van a en c de differentiaal van b. Omgekeerd is b de integraal van c en a de integraal van b.

Integratie en differentiatie kunnen dus de middelen zijn om verschillende buitengewone krommevormen uit elkaar af te leiden. Fig. 4 geeft daarvan nog weer een ander voorbeeld.

Dat de schakelingen van fig. 1 hierbij als uitvoeringsmiddelen kunnen dienen, volgt uit de fundamentele eigenschappen van capaciteiten, zelfinducties en weerstanden. De stroom door een condensator is evenredig met de snelheid, waarmede de spanning aan dien condensator verandert. Bij een zelfinductie is de spanning aan de klemmen evenredig met de snelheid, waarmede de stroom varieert. In beide gevallen dus een evenredigheid met de snelheid eener verandering.

Bij den condensator verschijnt de stroom als de differentiaal der aangelegde spanning. Om die

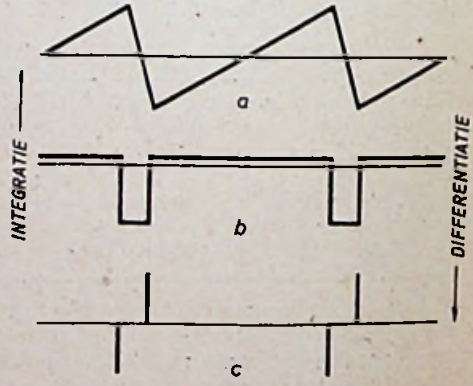


Fig. 4.

differentiaal weer als een spanning te voorschijn te doen treden, wordt een kleine weerstand in serie geschakeld met den condensator (fig. 1a); de stroom doet dan een spanning aan den weerstand ontstaan. Maar de weerstand moet betrekkelijk klein wezen, opdat de stroom hoofdzakelijk door den condensator bepaald blijft worden.

Bij de zelfinductie is omgekeerd de *spanning* aan de klemmen de differentiaal van den stroom, die erdoor gezonden wordt (fig. 1b). De serie-weerstand wordt in dit geval betrekkelijk groot gekozen, zoodat de stroomsterkte zooveel mogelijk direct evenredig blijft met de ingangsspanning en zoo min mogelijk wordt beïnvloed door de kleine spanning, die aan de zelfinductie optreedt.

Differentiatie kan dus zoowel met een RL-schakeling als met een CR-schakeling worden verkregen. De capacatieve vorm blijkt doorgaans de meest praktische, o.a. door de blokkeering van mede aanwezige gelijkspanningen.

Integrators verkrijgt men door volgens fig. 1 c en d de elementen ten opzichte van fig. 1 a en b te verwisselen. Ook hier bestaat praktisch voorkeur voor den capacitieven vorm. In c is, evenals in d, de stroom de differentiaal van de aangelegde spanning; en de nu van den *condensator* afgenomen spanning wordt de integraal van den stroom.

Gebruikt men intusschen de schakeling van fig. 1c om daaraan de roosterruimte van een versterkerbuis te verbinden, dan moet een lekweerstand parallel aan den condensator worden aangebracht, die van hooge waarde moet zijn om de functie der schakeling niet te veel te schaden.

Men moet trouwens bij de praktische verwezenlijking steeds in het oog houden, dat de differentiatie zoowel als de integratie onvolkomenheden zal moeten vertoonen ten gevolge van de aanwezigheid van de serie-weerstanden (en bij de schakelingen met zelfinductie door den Ohmschen weerstand der spoelen).

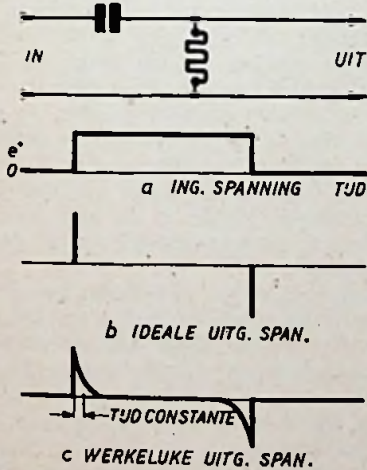


Fig. 5.

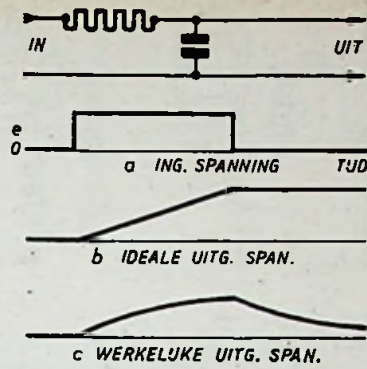


Fig. 6.

Die praktische onvolkomenheid wordt geïllustreerd door fig. 5, waar het toevoeren eener rechthoekige spanning aan een capacitieven differentiator is ondersteld. De differentiaal van een plotselinge spanningsverandering zou een scherpe impuls zijn van oneindig korten duur (fig. 5b) en van oneindig groote amplitude. De curve, die men werkelijk zal verkrijgen, zal in de eerste plaats, gemeten in volts, hoogstens de amplitude van de toegevoerde rechthoekige spanning bereiken; bovendien zal de serieweerstand een tijdsvertraging introducereen in den lading- en ontladingsstroom van den condensator, waardoor de impulsen slechts geleidelijk weer afnemen (fig. 5c).

Hier speelt de *tijdconstante* een rol. Is C de capaciteit in F en R de weerstand in Ω , dan is $C \times R$ seconden de tijdconstante, dat is de tijd, noodig om een ontlading tot 36,8 % van de piekwaarde tot stand te doen komen.

(De tijdconstante van een inductieven kring is L/R seconden als L in henry en R in ohm is uitgedrukt).

De scherpte der impulsen, die men kan verkrijgen, hangt dus van de tijdconstante af. Indien bijv. de duur van den rechthoekigen spanningsstoot in fig. 5 eens 0,001 sec. was, zou de tijdconstante van den differentiator zeker niet meer dan 0,0002 sec. mogen zijn, waaraan bijv. voldaan zou worden met 500 μF en 400 000 Ω .

In het algemeen mag de tijdconstante niet grooter zijn dan $1/5$ à $1/10$ van den duur eener periode van het aan den differentiator toe te voeren golfverschijnsel.

Het product van de vermenigvuldiging $C \times R$ kan nu nog op tal van manieren zijn samengesteld om een bepaalde tijdconstante op te leveren. Dat wil intusschen niet zeggen, dat voor een bepaald geval elke waarde van C , als R er maar bijpassend bij gekozen wordt, even goed is. Volgt op den differentiator een versterkerbuis, dan mag met 't oog op de goede werking van de buis de weerstand, die als lekweerstand fungeert, niet grooter zijn dan 0,5 tot 1 megohm. Aan den ande-

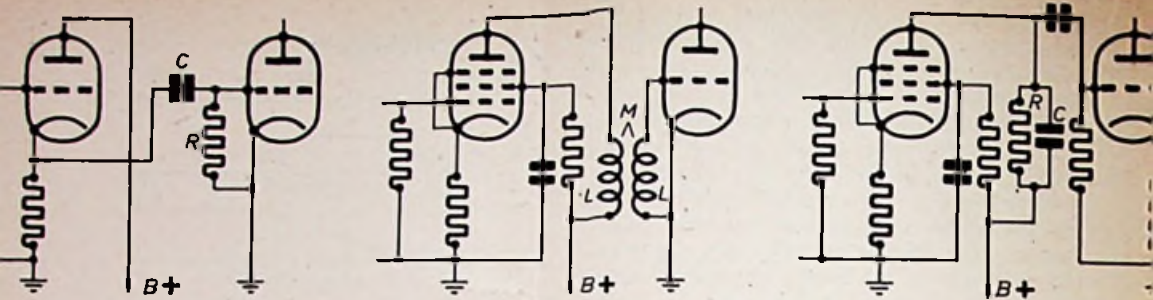


Fig. 7.

ren kant zou een overdreven groote condensator met een zeer kleinen weerstand een voorafgaanden trap te sterk kunnen belasten.

Ook in integratieschakelingen is de tijdconstante van gewicht. Zoo veronderstelt fig. 6, dat weer een rechthoekige spanning wordt toegevoerd aan een integrator. In het ideale geval zou de uitgangsspanning het verloop hebben van fig. 6b, waarbij na het passeeren van de spanningsgolf de uitgangsspanning voor onbepaalden tijd constant zou blijven. In fig. 6c is aangeduid hetgeen in werkelijkheid wordt bereikt. De spanning neemt niet zuiver eenparig toe en niet tot de volle waarde, terwijl na het passeeren van de golf ontlading intreedt.

De beste benadering van het ideale verloop wordt hier verkregen met een zoo groot mogelijken condensator en groote tijdconstante, maar de spanning bereikt een geringere waarde naar mate de constante grooter is in verhouding tot den duur eener periode van de spanningsgolf. Indien dus meer afwijking van de ideale integratie toelaatbaar is, zal men de tijdconstante kleiner kiezen ten einde meer spanning over te houden. Een redelijk compromis vindt men met een tijdconstante, die 2 tot 5 maal grooter is dan de duur eener periode.

Integratie- en differentiatie-schakelingen komen bijna uitsluitend voor in verbinding met versterkerbuizen. Daarbij moet dan ook de inwendige weerstand van den voorafgaanden trap mede in rekening worden genomen. Vaak kan de hooge plaatweerstand eener penthode dienen ter vervanging van de serieweerstanden in fig. 1b en c, terwijl een lageweerstand-triode of kathodeweerstand-versterker dienst kan doen om fig. 1a of d te voeden, zoodat ongewenschte serieweerstand wordt vermeden.

Eenige practisch voorkomende schakelingen met buizen zijn in fig. 7 bijeengevoegd. Daarbij valt op te merken, dat hetgeen in een schema er uit ziet als een heel gewone koppeling tusschen twee buizen, inderdaad een differentiator of integrator kan blijken te zijn, als men den vorm der toevoeren spanningskrommen en de tijdconstanten in aanmerking neemt.

Ook het begrip „vervorming” past daar weer op, maar dan een opzettelijke en met bepaald doel vooraf berekende vervorming. C.

DE VIBROTRON

Een radio-buis, die tevens als pick-up dienst kan doen

De Vibroton (zie ook R.-E. 1946 no. 16) is een metalen radio-buisje, dat minder dan 2 gram weegt en dient om mechanische trillingen rechtstreeks in elektrische stroomimpulsen om te zetten. Deze buis, die in de laboratoria van de Radio Corporation of America is ontworpen, zal vermoedelijk tal van toepassingen vinden, zoo zegt de Neue Züricher Zeitung, waaraan wij deze gegevens ontleenen.

Voorloopig wordt zij nog niet in groote hoeveelheden vervaardigd en alleen voor experimenteële doeleinden bezigt.

Deze nieuwe buis kan gezien worden als een voortzetting van de miniatuur buisjes, die gebruikt werden in radar-granaten en dergelijke projectielen. De vibrotron bestaat uit drie elementen. Het geheel is niet langer dan 2,5 cm; de doorsnede bedraagt slechts zes millimeter. De draden komen door den glazen voet naar buiten. Aan het andere uiteinde van de buis is een metalen membraan aangebracht, waarmee het mogelijk is, mechanische trillingen van buiten door te geven naar een beweegbare elektrode binnen in de buis. Bij de eerste modellen had men moeilijkheden met het membraan, omdat de mechanische trillingen niet zonder vervorming in elektrische konden worden omgezet. Dit probleem werd echter opgelost, door gebruik te maken van een uiterst dun metalen schijfje, in de orde van 0,035 mm, dat als het ware als deksel voor het buisje fungeert. Met behulp van dit luchtdicht op de buis bevestigde plaatje kan het daaraan verbonden staafje binnen in de buis zonder vervorming een groot frequentiegebied in elektrische trillingen omzetten.

Naar het blad verder mededeelt, kan dit buisje direct als pick-up worden gebruikt, waarbij het naar het schijnt, uitstekende eigenschappen bezit. Het naaldgeruisch moet vrij gering zijn. Technische bijzonderheden, hoe een en ander in zijn werk gaat, ontbreken echter. Proeven over een lang tijdperk hebben aangetoond, dat de Vibroton mechanisch heel sterk schijnt te zijn en ook goed bestand is tegen schommelingen in temperatuur en vochtigheidsgehalte.

In den vorigen jaargang verscheen, naar aanleiding van het omroepexperiment, een artikeltje over stereofonie. In dat artikel wordt een methode beschreven, die berust op het vervangen van den luisteraar door een kunsthoofd, terwijl de weergave geschiedt met twee luidsprekers.

Misschien zou dit systeem op het oog het eenige ware systeem lijken. Maar er is nog een tweede manier. Die zal in dit artikeltje nader worden toegelicht.

Men kan zich de methode goed voorstellen aan de hand van een voorbeeldje.

U zit als luisteraar in een concertzaal. De orkestleden bevinden zich op het podium vóór in zaal en stemmen hun instrumenten. Nu treedt de dirigent binnen en het concert vangt aan. U hoort de betooverende klanken over U heengolven, het natuurkundige gebeuren, de voortplanting van geluidsgolven van het orkest naar het oor van den luisteraar, heeft zich voltrokken. Bij dit feit moeten we even stilstaan. Het orkest zendt een mengmoes van allerlei geluidstrillingen vanaf de plaats van uitvoering de zaal in. Het ijzeren brand-scherm, dat vóór de uitvoering podium en zaal gescheiden hield, is opgeheschen. Maar denk nu tijdens de uitvoering hiervoor in de plaats neergelaten een dun, doorzichtig scherm. Wat gebeurt er nu? Het orkest blijft zichtbaar en tevens hoorbaar. De geluiden van het orkest brengen de naar het podium gekeerde zijde van dit dunne scherm in trilling en dit scherm omgekeerd brengt de lucht in de zaal weer in trilling. Het orkest is dus

hoorbaar gebleven. Nu was dat dunne scherm maar een noodsprong; beter is het om alle overtollige ballast weg te doen en podium en zaal gescheiden te denken door een denkbeeldig verticaal vlak.

Als men nu eens met een denkbeeldig zeer scherp mes het even denkbeeldige vlak doorsneed in de breedte, daarna podium en zaal één meter uit elkaar schoof en de beide door de splijting verkregen denkbeeldige vlakken met elkaar verbond door denkbeeldige staafjes, dan zou de lucht aan de orkestzijde van het eene vlak precies zoo trillen als de lucht aan de zaalzijde van het tweede vlak. Met andere woorden: het orkest blijft hoorbaar in de zaal. Dit splijtings-proces is nader voorgesteld in fig. 1 (a t/m c).

Nu gaan we nog verder. Het denkbeeldige vlak wordt volgehagen met microfonen. Er wordt een tweede zaal gehuurd en op de plaats van het denkbeeldige vlak van zaal I wordt een denkbeeldig vlak opgericht, bezet met evenveel luidsprekers als er microfonen zijn in het eerste vlak. De microfonen en luidsprekers, die op overeenkomstige plaatsen hangen, worden verbonden met elkaar onder tusschenschakeling van een versterker. In fig. 1d is dit voor slechts 6 microfoons aangegeven. Het zal weinig voorstellingsvermogen van de lezers vergen om in te zien, dat de luisteraars in zaal II het geluid dusdanig hooren alsof het orkest op het podium zat, hoewel het er niet zit. De luidsprekers doen de lucht in zaal II net zoo trillen als de microfonen in zaal I vinden, dat daar de lucht trilt. Dit is het principe van het bedoelde stereofonie-systeem.

Men zal direct opmerken, dat hiervoor nogal veel microfonen en luidsprekers noodig zijn, en evenzoo ook een groot aantal muzieklijnen of radiozenders en ontvangers om dit systeem te verwezenlijken. Echter blijkt dit in de practijk nogal mee te vallen. Men heeft in Amerika veel proeven gedaan met deze methode en daarbij bleek, dat 3 microfonen reeds genoeg zijn.

Het nu beschreven systeem heeft een voordeel ten opzichte van het „kunsthoofd-systeem” voorzover het de weergave in zalen betreft. In het vorige artikel over stereofonie merkte ik op, dat weergave met twee luidsprekers in een zaal slechts een gedeeltelijken stereofonischen indruk geeft omdat een deel van het geluid van één der luidsprekers, bestemd voor één der beide ooren, ook om het hoofd van den luisteraar heen spoelt en in het verboden andere oor terecht komt. De kunsthoofd-methode biedt echter enorme voordeelen, wanneer men de weergave met hoofdtele-

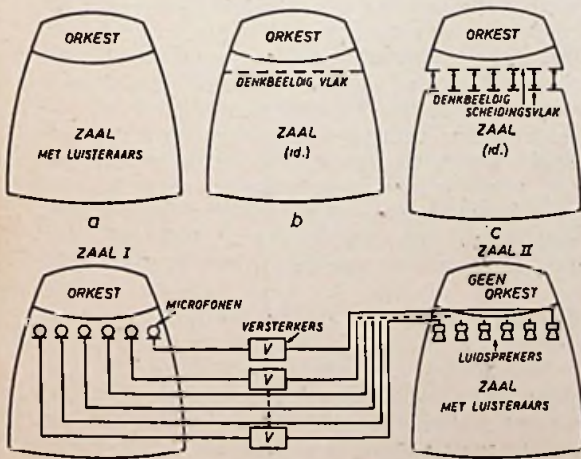


Fig. 1. Symbolische voorstelling van een stereofonie-weergavesysteem.

fonen doet plaats vinden. Dan geeft iedere telefoonschelp slechts weer, wat het overeenkomstige kunstoor opvangt.

Bij de „denkbeeldig vlak”-methode behoeft men niet bang te zijn, dat er geluid van een luidspreker in het verkeerde oor terecht komt, want men streeft er met de 3 luidsprekers slechts naar om het denkbeeldige vlak juist zóó te laten trillen als het overeenkomstige vlak met de 3 microfonen trilt.

Men kan echter moeilijk een algemeen oordeel vellen over dit systeem en het eerder beschrevene omdat het probleem der stereofonische weergave in werkelijkheid veel ingewikkelder is dan uit deze uiteenzetting zou blijken.

Het omroepexperiment heeft de „kunsthoofd”-methode gedemonstreerd, het is dus onnoodig daarop nog verder in te gaan. Over het zoojuist beschreven systeem volgen echter nog enkele bijzonderheden.

Men heeft in de V.S. uitgebreide proeven gedaan met de „stereofonische” registratie van muziek. Men schrijft daartoe drie geluidssporen, afkomstig van de drie bewuste microfonen op Miller-band of film. De Bell Telephone Laboratories voerden een grootsche demonstratie uit op 9 en 10 April van het jaar 1940. Men hield daar een demonstratie met stereofonische reproductie van spraak en muziek. Men charterde (Amerikaansch!) het Philadelphia Symphonie Orkest, dat gedirigeerd werd door Leopold Stokowski. Verder werkten mee een duizendstemmig koor en 10 organisten, Paul Robeson en vele anderen. De muziek werd eerst geregistreerd op filmband. Bij een latere weergave was het mogelijk, het geluidsvolume en de klankkleur benevens de dynamiek te regelen. Men kon het geluid verzwakken tot het zwakste pianissimo of het versterken tot een intensiteit, die overeenkomt met het geluidsvolume van 10 orkesten, zonder de geluidskwaliteit ook maar te beïnvloeden. Bij één van de reproducties liet men Stokowski zelf de genoemde regelmogelijkheden bedienen. Hij was zeer onder den indruk van de stereofonische weergave-kwaliteit.

* * *

Wil men een concert, als hierboven genoemd, natuurgetrouw weergeven, dan heeft men een frequentieband noodig van ca 30—10 000 Hz (ca 9 octaven) en wil men de dynamiek van het orkest onverkort weergeven dan moet men rekenen met intensiteitsvariaties van ca 80 decibels. In tegenstelling met de genoemde bereiken heeft normale radio of geluidsfilm-reproductie een frequentieband van 50 à 100 tot 5000 à 8000 Hz en een dynamiek van 35 tot 50 decibels en dat komt natuurlijk de getrouwheid nooit ten goede.

Het registratiesysteem van de Bell Laboratories die de proeven uitvoerden, had vrijwel geen beperkingen ten opzichte van frequentieband en dynamiek.

De 3 microfonen stonden verdeeld over de voorzijde van het podium en de afgegeven spanningen der microfonen werden over regelaars en versterkers gevoerd naar de 3 snijkoppen van een filmband-registratie apparaat. Op het filmstrookje werd nog een vierde „spoor” aangebracht, waardoor men een contrólesignaal had, teneinde bij het afspelen onder meer de juiste snelheid van de film te kunnen controleeren. Een stukje film staat in fig. 2 afgebeeld.

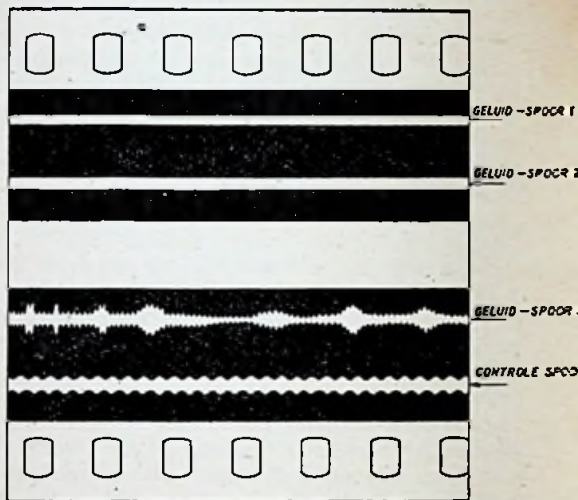


Fig. 2. Vergroot stukje film, in gebruik bij stereofonie-registratie-apparaat.

Zoo op het eerste gezicht lijkt het opnemen op filmband een nogal eenvoudige zaak, want hoeveel spraak en muziek is er in de jaren der geluidsfilm al niet opgenomen? Het stereofonische registratie- en weergavesysteem stelt echter veel hogere eischen dan een gewone „bioscoop-film”. Sprekende films bevatten als regel geen frequenties boven 8000 Hz, terwijl het onderhavige systeem tot bijna de dubbele frequentie gaat. Tevens moeten geruisch en niet-lineaire vervorming tot een minimum beperkt worden. Er wordt een volkomen gaaf systeem vereischt zoodat muziek van zeer zwak volume, vele malen zwakker dan bij gewone geluidsfilms, niet verzinkt in het geruisch, hetgeen nog bemoeilijkt wordt door de veel grotere bandbreedte, waardoor meer geruisch zich kan uiten. (Terzijde zij even vermeld, dat de geruischspanning van een of ander weergave-systeem recht evenredig is met de bandbreedte).

Bovendien geven, behalve de zeer zwakke passages, de forto-fortissimi extra moeilijkheden. Het maximale niveau-verschil dat op een filmband kan worden geregistreerd, is minder dan 50 db. (Is de maximaal toelaatbare amplitude van het geluidsspoor 1½ mm, dan komt de amplitude van een 50 db lagere passage overeen met een breedte-

variatie van $\frac{1}{300}$ van $1\frac{1}{2}$ mm = 0,005 mm = 5 micron), terwijl het stereofonische systeem een dynamiek verlangt van 80 à 100 db. In dit licht bezien, schijnt het wel een onmogelijk zware opgave, die men zich gesteld heeft bij het plan om concerten op deze manier op filmband vast te leggen.

Gelukkig bleek het schier onmogelijke toch mogelijk. Door gebruik te maken van z.g.n. „com-

pressors” kon men het dynamiek-contrast van 100 db drukken (comprimeeren) tot 50 db, waarna het op de film werd opgenomen. Bij de weergave keert men dit proces „binnenste buiten”; men vergroot de dynamiek weer met behulp van „expansie-versterkers”, die het contrast van 50 db weer uitrekken (expandeeren) tot de gewenschte 100 db.

(Wordt vervolgd).

Centimeter-golven bij scheikundig onderzoek

Bijna gelijktijdig komen uit Amerika uit verschillende bronnen berichten over twee series van proefnemingen omtrent het reageeren van chemische stoffen op radio-frequenties deels in het gebied der centimeter-golven.

In het eene geval is sprake van de *absorptie* van bepaalde golflengten door de stoffelijke moleculen. In het andere geval wordt gesproken over het in resonantie komen van atoomkernen, waardoor deze als kleine zendertjes tot *uitstraling* van de betreffende frequenties worden aangezet.

De absorptie-proeven zijn verricht in de Westinghouse-laboratoria door Dr. William E. Good, Dr. Donald K. Coles en Dr. T. W. Dakin. De methode berust daarop, dat een te onderzoeken damp of gas in zeer verdunnen toestand (van $\frac{1}{7600}$ ste atmosfeer) wordt gebracht in een afdeeling van een hollen golfgeleider, die is aangesloten op een reflex-klystron (zie R.-E. 1946 no. 7) als oscillator. In den golfgeleider worden radiotrillingen opgewekt, die in golflengte van 12 tot 16 mm worden gevarieerd. Dit geschiedt door de holle resonantieruimte in de reflex klystron geleidelijk te veranderen van grootte; aangezien echter één klystron niet gevarieerd kan worden over een zoo uitgestrekt frequentiegebied, moet men er achtereenvolgens een aantal verschillende voor gebruiken. Aan het andere einde van den golfgeleider is een „kristaldiode” aangebracht als detector voor de mm golven en deze is verbonden met een kathodestraal-oscilloscoop. Synchroon met de golflengtevariatie van de oscillator-klystron werkt de tijdbasis van de oscilloscoop, zoodat men op het lichtscherm de spanningen kan waarnemen, die door de achtereenvolgens aan den hollen golfgeleider toegevoerde trillingen worden veroorzaakt.

Het resultaat blijkt te zijn, dat elk bepaald gas, dat in de buis is gebracht, duidelijke, voor dat gas karakteristieke absorpties veroorzaakt en zeer bepaalde frequenties niet doortaat. Op het lichtscherm krijgt men daardoor een beeld, dat vergeleken kan worden met het absorptie-spectrum, dat met een licht-spectroscop wordt verkregen.

Ammonia bijv. vertoont in het bestreken frequentiegebied wel 30 absorptielijnen. Andere aldus

onderzochte dampen en gassen zijn waterdamp, aceton, cyanogen bromide en carbonyl sulfide. De stoffen zij aan hun „radio-spectrum” kenbaar.

In hoeverre deze methode voor chemisch onderzoek bijzondere waarde zal blijken te hebben, is nog niet te zeggen. De onderzoekers hebben wel het vermoeden geuit, dat zij ook voor atoomkern-onderzoek van betekenis kan zijn.

De ongeveer gelijktijdig gepubliceerde onderzoekingen omtrent centimetergolven, die door stoffen kunnen worden uitgestraald, zijn verricht aan de Stanford universiteit door de doctoren Felix Block, William Hansen en Martin Packard.

Zij experimenteerden met gasvormige stoffen, die in kleine dichtgesmolten glazen kolven waren opgesloten en in het veld van een met radiofrequente stroomen bekrachtigd electromagnetisch veld werden geplaatst, waarna de te onderzoeken kolf in dit veld in snelle draaiing werd gebracht. De onderzoekers nemen aan, dat het de atoomkernen zelf zijn, die bij een draaiende beweging loodrecht op de richting van het magnetisch veld, in resonantie komen met de frequentie van dit veld. Ook hier wordt die frequentie instelbaar gehouden en bij een bepaalde waarde voor elke stof begint deze radiogolven uit te zenden, overeenkomende met de frequentie van het veld. Aangenomen wordt, dat het de atoomkernen zijn, die hierbij als zendertjes optreden. De aanwezigheid der uitstraling wordt ook weer zichtbaar gemaakt met behulp van een oscilloscoop.

Zoo blijken waterstofkernen (protonen) een frequentie van 42,5 megahertz uit te zenden; dat is een golflengte van ongeveer 7 meter, hetgeen — als de cijferopgaven in de berichten juist zijn — dus wel een in dit verband zeer lage frequentie (lange golf) is. Ook de waterstofkernen in oplosingen en in parafine lieten zich op deze wijze aantoonen.

Geheel duidelijk is het verband tusschen deze twee series experimenten van verschillenden aard nog niet.

C.

Vervorming en Weergave

Een natuurgetrouwe weergave van lage tonen stuit in de praktijk op moeilijkheden. Bij ontvangers moet men bijv. bijzonder aandacht schenken aan 50 en 100 Hz bromtonen, afkomstig uit het plaatstroomgedeelte van den ontvanger. Weergave van lage tonen beteekent dus extra zorg besteden aan het afvlakfilter. Ook de koppel- en ontkoppelcondensatoren in de lf-versterkertrappen moeten zoo groot mogelijk gekozen worden, dat de lage frequenties nog goed tot hun recht komen.

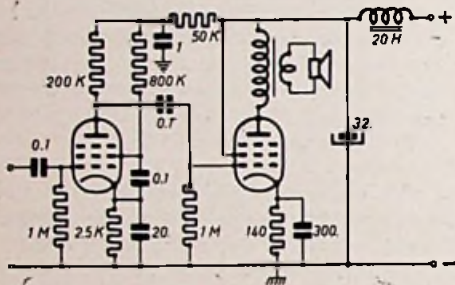


Fig. 4a. Voorbeeld van een versterkerschakeling met UF21 en UBL21, die „recht” is tot 30 c/s. (Capaciteiten in μF).

In fig. 4 zijn enkele gevallen aangegeven; het is hier de juiste plaats om er nog eens goed de aandacht op te vestigen, dat vooral de ontkoppelcondensator van kathodeweerstanden vaak veel te klein wordt genomen. In fig. 4a is die 300 μF over den weerstand van 140 Ω . (UBL 21). Deinst men er voor terug, om een zoo grooten condensator toe te passen, dan is het beter om er heelemaal geen te gebruiken. De kathodeweerstand is dan niet ontkoppeld en veroorzaakt een zekere negatieve terugkoppeling (hieraan wordt een afzonderlijk artikel gewijd), die de versterking weliswaar met een factor 2 verkleint, maar daartegenover bijdraagt tot een vlakke frequentiecarakteristiek.

Maar men kan een versterker nog zoo fraai ontwerpen en uitvoeren, het weergave-systeem, dat luidspreker heet, is verreweg de zwakste schakel in de keten van microfoon tot luisteraar. Iedere luidspreker straalt de lage frequenties minder goed uit dan de hooge. Uit onderstaand lijstje krijgt men een indruk van de golflengte in lucht van verschillende frequenties.

frequentie in c/s	golflengte in m
33	10
100	3,3
330	1,0

1000	0,33
3300	0,10
10 000	0,033

Nu is het een vaststaand feit, dat de afmetingen van een luidspreker-klankbord of -hoorn in dezelfde grootte moeten liggen als de golflengte van de laagste nog goed weer te geven frequentie. Het is logisch, dat een dwergontvangertje met een klankbord van bijv. $15 \times 20 \text{ cm}^2$ nooit lage frequenties goed zal kunnen uitstralen. Een klankbord welks afmetingen bijv. 3×3 meter bedragen, zal dat echter wel kunnen. Een goede raad hierbij is dan nog om het gat voor den luidspreker niet in het midden, maar excentrisch aan te brengen, bijv. bij de afmetingen van 3 m, op afstanden van de randen resp.: 1 m, 1,30 m, 2 m en 1,70 m.

Het is bekend, dat electromagnetische luidsprekers (vaste spoel, bewegend anker) de hooge tonen beter weergeven dan de lage, terwijl de electro-dynamische luidspreker (bewegende spoel, stilstaand anker) ook de lage frequenties tot een bepaalde grens goed uitstraalt. (Het is nuttig er op te wijzen, dat permanent-dynamische luidsprekers niet bestaan, wel echter electro-dynamische met permanente magneet)

Wanneer men gesteld is op een weergave met hooge kwaliteit, dan is de keuze zeker een electro-dynamische luidspreker, terwijl bijzondere maatregelen moeten worden genomen om de uitstraling der lage tonen te bevorderen, bijv. met een groot klankbord of een speciale luidsprekerkast. Men kan dit doel nog beter benaderen door twee luidsprekers te kiezen, één voor de lage tonen en het middelgebied en een tweeden speciaal voor de hooge tonen. De stralingskarakteristiek van een willekeurig type electro-dynamische luidspreker staat in fig. 5 afgebeeld. Helaas is dat geen rechte

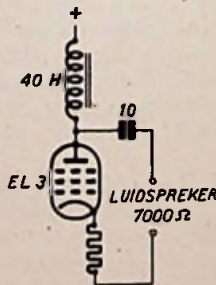


Fig. 4b. Schakeling voor luidspreker, die bij 30 c/s 3 db minder versterking geeft.

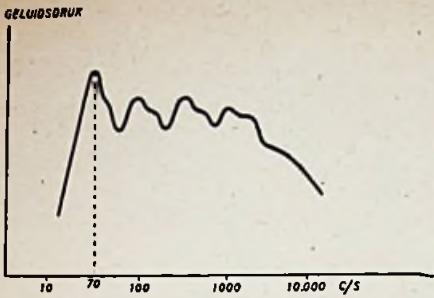


Fig. 5. Frequentie-karakteristiek van een electro-dynamischen luidspreker.

lijn; de eerste piek treedt op bij de eigen resonantie van het membraan (in dit geval bij ca 70 Hz). Men beschikt gelukkig over diverse hulpmiddelen om de karakteristieken van luidsprekers te verbeteren, alhoewel ook hierbij geldt, dat men nooit voor een dubbeltje op den eersten rang kan zitten.

* * *

De elektrische frequentiekromme van een ontvanger moet in alle opzichten zoo recht mogelijk gehouden worden, d.w.z. dat de ontvanger geen of vrijwel geen lineaire vervorming mag vertoonen. Omdat zulks niet in elke versterkertrap bereikbaar is, zorgt men ervoor om de in een bepaalde trap benadeelde frequenties door een overeenkomstige hogere versterking in een andere trap op te heffen. Men kan zulks bereiken door gebruik te maken van frequentie-afhankelijke schakelementen, zooals trillingskringen, smoo spoelen of condensatoren. Hierop wordt later nog uitvoerig teruggekomen.

Men kan dus, door allerlei maatregelen te treffen, een ontvanger verkrijgen, die een breed frequentiegebied kan weergeven. Maar het zou een tekortkoming zijn om nu het verhaal te besluiten. Want de belangrijkste schakel tusschen microfoon en luisteraar is wel het oor, een zeer vernuftig orgaan, dat enerzijds gevoeliger is dan welke microfoon ook, en anderzijds over een gevoeligheidsspectrum beschikt, dat bewondering afdwingt.

De geluidsterkte drukt de natuurkundige uit in een „geluidsdruk“-eenheid de *microbar* (μ -bar), die een duizendste bedraagt van de weerpraatjes welbekende eenheid millibar, die ongeveer een druk vertegenwoordigt van 1 gram per vierkanten centimeter. Het geluidsveld bezit ook een zeker vermogen, dat in eenzelfde verband staat met den geluidsdruk, als het elektrische vermogen met de elektrische spanning. Immers daar geldt

E^2

$W = \frac{E^2}{R}$ en evenzoo geldt dit ook voor de acous-

tiek als voor W gedacht wordt de geluidssintensiteit en voor E de geluidsdruk. Maakt men dezen bijv. $2 \times$ zoo groot, dan wordt de geluidssintensiteit $4 \times$ zoo groot enz. enz.

De luidspreker zet de elektrische energie om in geluidssenergie. Wil men nu eens den geluidsdruk $3 \times$ zoo groot maken, dan is een $9 \times$ grootere geluidssintensiteit noodig en ook dus $9 \times$ zooveel energie uit de eindbuis.

Tusschen den geluidsdruk en den gehoorindruk van de luidheid bestaat echter een veel ingewikkelder en bovendien eigenaardig verband.

Iedere zuivere toon moet een bepaalden minimalen geluidsdruk hebben, wil hij door het oor kunnen worden waargenomen; deze minimale waarde noemt men den gehoordrempel. De sterkte van dezen druk hangt van de frequentie van den toon af. Zie fig. 6 onderste kromme. Om een toon van 1000 c/s nog net te kunnen waarnemen is een geluidsdruk van $0,0003 \mu$ -bar noodig, voor een toon van 50 c/s daarentegen $0,1 \mu$ -bar of omstreeks $300 \times$ meer (ca 50 decibel).

Overschrijdt de geluidsdruk een bepaalde waarde, dan ondervindt het oor dezen niet meer als geluid, maar als pijn. Men noemt deze grens daarom de pijngrens.

Een toon van 1000 Hz veroorzaakt een pijnlijke gewaarwording als de geluidsdruk ca 300μ -bar

bedraagt, dat is maar eventjes $\frac{300}{0,0003} = 1\,000\,000$

\times sterker dan de gehoordrempel. Men zegt dan wel, dat die toon 120 decibel sterker is.

Terzijde kan opgemerkt worden, dat men verhoudingen graag in decibels uitdrukt, een logaritmische eenheid. Is zoo'n verhouding v , dan is dat in decibels $db = 20 \log v$ en als $v = 1\,000\,000$ dan is $\log v = \log 1\,000\,000 = 6$ waardoor het aantal db wordt $20 \times 6 = 120$.

In fig. 6 staan nog twee gearceerde gebieden aangegeven, n.l. A en B.

Het gebied A geeft aan waar de maximale geluidssintensiteiten bij de verschillende frequenties liggen voor een groot symphonieorkest van 75 man dat forto speelt; het gebied B geeft hetzelfde aan voor normale spraak.

Het oor kan dus alle geluidsdrukken tusschen de beide getrokken lijnen van fig. 6 waarnemen.

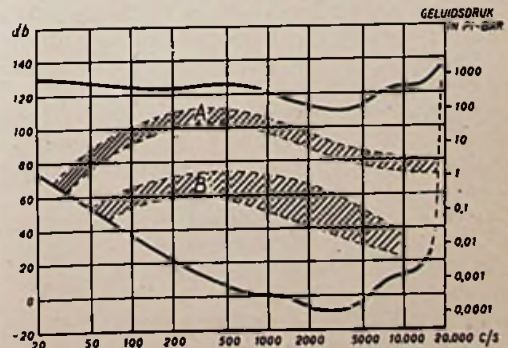


Fig. 6. Het gedeelte tusschen de twee getrokken krommen geeft het gehoorgebied aan.

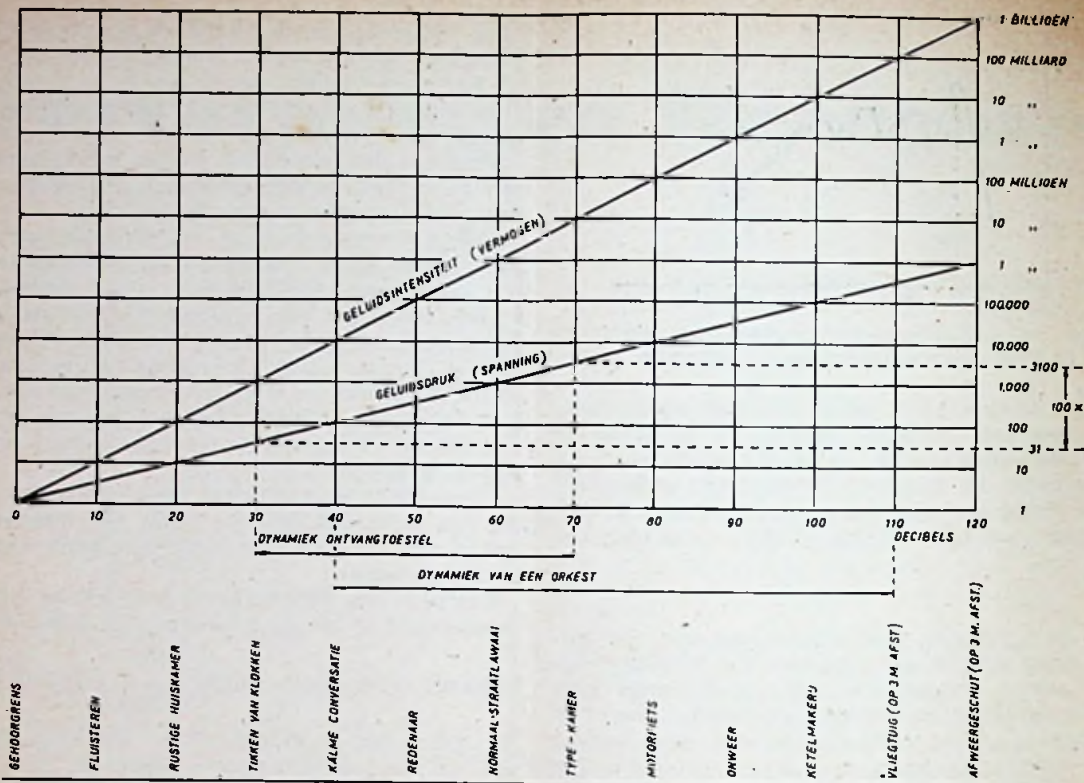


Fig. 7. Symbolisch overzicht van de db-schaal en van het verband tusschen decibel en geluids-intensiteit en -druk.

Men heeft de onderste lijn bij de frequentie 1000 c/s de waarde nul gegeven (de decibel is immers een verhoudingsgrootheid) en overeenkomstig bij de pijngrens 120.

Om nu een indruk te krijgen van de verdeling per 120 db tusschen drempel en pijngrens, is in fig. 7 onderste helft aangegeven welke geluidsbronnen ongeveer overeenkomen met bepaalde decibelwaarden.

Bovendien is in de grafiek het verband aangegeven tusschen decibels en de verhouding der geluidsdrukken en geluidsintensiteiten. De normale weergave van radiomuziek speelt zich af in het gebied tusschen 30 en 70 db en dat houdt een geluidsdrukverhouding en dus ook een wisselspanningsvariatie in den ontvanger in van 100 maal of wat hetzelfde is: een vermogensverandering met een factor $100^2 = 10\,000$.

Steeds is echter het gebied waarover de geluidsdruk varieert, (dynamiek genaamd) van een orkest-uitvoering vele malen grooter dan de toegelaten dynamiek van den zender. Men is bij zenders gebonden aan een bovenste grens, n.l. 100% modulatie, en men zou, als men geen beperkende maatregelen voor de dynamiek trof, bij heel zwakke passages zoo zwak moduleeren, dat deze zwakke passages in het ontvangergeruisch zouden

verzinken. Men beperkt daarom de dynamiek van het orkest in de studio door speciale versterkers toe te passen, z.g.n. compressie-versterkers, die een dynamiekbegrenzing geven voor het orkest bijv. van 70 db op 40 db.

Meestal is het gereproduceerde geluid zwakker dan van het orkest (n.l. 30 db tegen 40 db, zie fig. 7) waardoor tevens de lage tonen, die immers alleen bij een „finken” geluidsdruk kunnen worden waargenomen, worden benadeeld.

Ieder heeft dit wel eens waargenomen, want een radiotoestel, dat heel zacht speelt, geeft vrijwel geen lage tonen. Draait men nu de sterkte-regeling verder op, dan wint het geluidsbeeld meer en meer aan kleur. Dit is aan de hand van het hierboven behandelde wel in te zien.

In dure radiotoestellen treft men dan ook vaak correctoren aan, die dit effect eenigszins opheffen, terwijl tevens een expansie-versterker de besnoeide dynamiek weer tot haar oude glorie terugbrengt. Een expansie-versterker, mits goed gedimensioneerd, is in staat om het contrast van gewone radioontvangst (slechts 40 db) te vergroeten tot zulke waarden, dat de luisteraar meer den oorspronkelijken indruk van het orkest ontvangt.

vdB.
(Wordt vervolgd).